

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

11001263

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 5021382 A2 930129 <No. of Patents: 001>

SPUTTERING DEVICE (English)

Patent Assignee: SONY CORP

Author (Inventor): SUGANO YUKIYASU; TAGUCHI MITSURU

IPC: *H01L-021/285; C23C-014/54; C30B-025/14; H01L-021/203; H01L-021/31;

H01L-021/66

Derwent WPI Acc No: C 93-072331

JAPIO Reference No: 170292E000074

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 5021382	A2	930129	JP 91197239	A	910710 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91197239 A 910710

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.
04029682 **Image available**
SPUTTERING DEVICE
PUB. NO.: 05-021382 [JP 5021382 A]
PUBLISHED: January 29, 1993 (19930129)
INVENTOR(s): SUGANO YUKIYASU
 TAGUCHI MITSURU
APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 03-197239 [JP 91197239]
FILED: July 10, 1991 (19910710)
INTL CLASS: [5] H01L-021/285; C23C-014/54; C30B-025/14; H01L-021/203;
 H01L-021/31; H01L-021/66
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 12.6 (METALS --
 Surface Treatment); 13.1 (INORGANIC CHEMISTRY -- Processing
 Operations); 46.2 (INSTRUMENTATION -- Testing)
JAPIO KEYWORD:R020 (VACUUM TECHNIQUES)
JOURNAL: Section: E, Section No. 1376, Vol. 17, No. 292, Pg. 74, June
 04, 1993 (19930604)

ABSTRACT

PURPOSE: To make it possible to reduce an irregularity in the film qualities of sputtered films between substrates by a method wherein when a plurality of sheets of the substrates are continuously film-formed by sputtering, a film-forming condition is automatically modified in every substrate.

CONSTITUTION: This sputtering device is a sputtering device 1 provided with a system 31 for controlling the film quality of a sputtered film. The system 31 consists of a resistance measuring device 32 for measuring the resistance of the sputtered film, a gas controller 33 for transmitting a reaction gas flow rate control signal on the basis of the measured resistance value of the sputtered film and mass flow controllers 22 and 23 which are used as means for adjusting the amount of reaction gas on the basis of the transmitted control signal. Or the device 1 is provided with a reflectivity measuring device (not illustrated) for measuring the reflectivity of the sputtered film, a temperature measuring device (not illustrated) for measuring the temperature of a target 12 or a partial pressure measuring device (not illustrate) for measuring the partial pressure of oxygen in a sputtering chamber 11 instead of the device 32.

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に成膜されるスパッタ膜の膜質を制御するシステムを設けたスパッタリング装置であって、前記システムとして、

前記基板に成膜されるスパッタ膜の抵抗値を測定する抵抗測定器と、

前記抵抗測定器で測定した抵抗値に基づいて、スパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、

前記制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項 2】 基板に成膜されるスパッタ膜の膜質を制御するシステムを設けたスパッタリング装置であって、前記システムとして、

前記基板に成膜されるスパッタ膜の反射率を測定する反射率測定器と、

前記反射率測定器で測定した反射率の値に基づいて、スパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、

前記制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項 3】 基板に成膜されるスパッタ膜の膜質を制御するシステムを設けたスパッタリング装置であって、前記システムとして、

当該スパッタリング装置のターゲットの温度を測定する温度測定器と、

前記温度測定器で測定した温度の値に基づいて、スパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、

前記制御信号に基づいて当該反応ガスの流量を調節する手段とを設けたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項 4】 基板に成膜されるスパッタ膜の膜質を制御するシステムを設けたスパッタリング装置であって、前記システムとして、

スパッタリング室中の反応ガスの分圧を測定する分圧測定器と、

前記分圧測定器で測定した反応ガスの分圧値に基づいて、スパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、

前記制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたことを特徴とするスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置の膜形成に用いられるスパッタリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置を構成する素子の微細化にともない、特に拡散層の厚さが薄くなっている。このため、拡散層上のコンタクト部のアルミニウム配線では、拡散層とアルミニウム配線との間にバリヤメタルを形成

して、アルミニウム配線に発生するいわゆるアルミスパイクによる拡散層の破損を防いでいる。上記バリヤメタルには、例えば酸化窒化チタン (TiON) 膜を用いる。この TiON 膜は、プロセスの簡便さゆえに、主に枚葉式の反応性スパッタリング装置により成膜される。

【0003】 次に上記枚葉式の反応性スパッタリング装置を図 10 により説明する。図では、一例として、直流型の枚葉式の反応性スパッタリング装置 100 を示す。図に示す如く、スパッタリング室 11 の内部には、ターゲット 12 が設けられている。ターゲット 12 に対向する位置には、基板 91 を保持する基板保持部 13 が設けられている。ターゲット 12 と基板保持部 13 との間には、シャッター 14 が取付けられている。さらに基板保持部 13 の側周にはシールド板 15 が形成されている。上記ターゲット 12 には電源 16 が接続されている。また上記スパッタリング室 11 には、スパッタガス (例えばアルゴン) を導入する配管 17 と、反応ガス (例えば窒素、酸素等) を導入する配管 18、19 と、スパッタリング室 11 内のガスを排出する排気管 20 とが接続されている。上記配管 17、18、19 のそれぞれには、マスフローコントローラー 21、22、23 が取り付けられている。上記排気管 20 には、図示しない排気装置が接続されている。さらに上記スパッタリング装置 100 には、スパッタリング室 11 にゲートバルブ (図示せず) を介してロードロック室 (図示せず) を設けたものもある。

【0004】 上記枚葉式の反応性スパッタリング装置 100 で TiON 膜を成膜するは、チタン製のターゲット 12 を用い、ターゲット 12 をスパッタするガスにアルゴン (Ar) を用いる。さらに反応ガスとして窒素 (N₂) と酸素 (O₂) とをスパッタリング室 11 の内部に導入する。このためターゲット 12 表面で、酸素および窒素とターゲット 12 のチタンとが反応して酸化窒化チタン (TiON) になり、アルゴンイオンのスパッタ作用により TiON が弾き飛ばされる。そして生成された TiON 粒子が基板 91 に到達して付着し、TiON 膜 (図示せず) を成膜する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記枚葉式の反応性スパッタリング装置で、複数枚の基板にかつ連続的に TiON 膜を成膜した場合には、各基板に成膜される TiON 膜の膜厚がほぼ等しいものであっても、処理枚数が増加するごとに成膜される TiON 膜の抵抗値が高くなる。したがって、TiON 膜の抵抗は基板毎にばらつく。

【0006】 この原因の一つには、Ar イオンの衝突によってターゲットの表面温度が上昇することがある。すなわち、ターゲットの表面温度が上昇すると、ターゲット表面での酸化反応が活発になる。このため、ターゲット表面上のチタン原子の多くは酸化チタンになる。この

結果、基板に成膜されるスパッタ膜中の酸素の含有量が過剰になって、TiON膜の抵抗が高くなる。したがって基板の処理枚数が増加する毎にターゲットの表面温度はさらに上昇するので、成膜されるスパッタ膜の抵抗は処理枚数が増加する毎に高くなる。

【0007】別の原因としては、スパッタ膜を成膜する前に、通常複数枚のダミー基板に対してターゲットの空打ちを行う。このため、スパッタリング室の内部に設けられているシールド板やシャッター等にチタン膜が成膜される。このチタン膜は酸素と反応し易いので、反応ガスに酸素を用いた場合には、成膜されたチタン膜に反応ガスの酸素がゲッタリングされる。このため、ターゲットより弾き飛ばされたチタン粒子と反応する酸素量が減少するので、一枚目に成膜されるスパッタ膜中に含まれる酸素の含有量が少なくなる。この結果、成膜されるスパッタ膜の抵抗は低くなる。その後シールド板やシャッターにゲッタリングされる酸素量は減少するので、二枚目以降に成膜されるスパッタ膜の抵抗は徐々に高くなる。そして数枚め以降では、ほぼ一定の酸素を含むスパッタ膜が成膜されるので、成膜されるスパッタ膜の抵抗もほぼ所定値になる。上記の如くに、成膜されるスパッタ膜の抵抗が所定範囲の値にならない場合には、そのスパッタ膜を成膜した基板は不良品になる。

【0008】本発明は、膜質に優れたスパッタ膜を形成するスパッタリング装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するためになされたスパッタリング装置である。すなわち、基板に成膜されるスパッタ膜の膜質を制御するシステムを設けたスパッタリング装置である。上記システムとして、基板に成膜されるスパッタ膜の抵抗を測定する抵抗測定器と、この抵抗測定器で測定した抵抗値に基づいてスパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、この制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたものである。

【0010】または別のシステムとして、基板に成膜されるスパッタ膜の反射率を測定する反射率測定器と、この反射率測定器で測定した反射率の値に基づいてスパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、この制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたものである。

【0011】あるいは他のシステムとして、当該スパッタリング装置のターゲットの温度を測定する温度測定器と、この温度測定器で測定した温度の値に基づいてスパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、この制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたものである。

【0012】もしくは上記以外のシステムとして、スパッタリング室中の反応ガスの分圧（例えば酸素の分圧）

値を測定する分圧測定器と、この分圧測定器で測定した反応ガスの分圧値に基づいてスパッタリング室に供給される反応ガス流量の制御信号を送信するガス制御器と、この制御信号に基づいて当該反応ガス流量を調節する手段とを設けたものである。

【0013】

【作用】上記構成のスパッタリング装置では、測定したスパッタ膜の抵抗値に基づいて反応ガス流量をフィードバックし、反応ガス流量を調節する手段でその流量を制御する。または測定したスパッタ膜の反射率に基づいて反応ガス流量をフィードバックし、反応ガス流量を調節する手段でその流量を制御する。あるいは測定したターゲットの温度の値に基づいて反応ガス流量をフィードバックし、反応ガス流量を調節する手段でその流量を制御する。もしくは測定したスパッタリング室中の反応ガスの分圧値に基づいて反応ガス流量をフィードバックし、反応ガス流量を調節する手段でその流量を制御する。このため、次の基板にスパッタ膜を成膜するときの反応ガス流量は、成膜されるスパッタ膜の抵抗値が所定値になる流量に設定される。

【0014】

【実施例】本発明の第1の実施例を図1に示す概略構成断面図により説明する。図では、一例として、直流型の反応性スパッタリング装置1（以下スパッタリング装置1とする）を示す。図に示すように、スパッタリング装置1は、従来の技術で説明したスパッタリング装置（100）のスパッタリング室11に、ゲートバルブ24を介してロードロック室25を設け、かつロードロック室25の内部に基板91を搬送するための搬送機26を設けるとともに、基板91に成膜されるスパッタ膜（図示せず）のシート抵抗を制御するシステム31を当該スパッタリング装置1に設けたものである。各構成部品のうちのスパッタリング室11、ターゲット12、基板保持部13、シャッター14、シールド板15、電源16、配管17、18、19、排気管20、反応ガス流量を調節する手段としてのマスフローコントローラー21、22、23等の詳細な説明は、前述した従来の技術中で説明したのと同様なので省略する。また従来の技術中で説明した構成部品と同様の構成部品には、同一番号を付す。

【0015】上記システム31は、基板91に形成されるスパッタ膜の抵抗、例えばシート抵抗を測定する抵抗測定器32と、測定したシート抵抗値に基づいて反応ガス流量を決定しかつ決定したその流量値の制御信号を発信するガス制御器33と、ガス制御器33より送信した制御信号を受信して反応ガス流量を調節する手段としてのマスフローコントローラー22、23とによりなる。上記抵抗測定器32には、例えば、スパッタ膜に対して非接触状態で当該スパッタ膜に渦電流を発生させ、発生した渦電流にともなう磁力線を検出してシート抵抗を算

出する渦電流検出型のものを用いる。

【0016】次に上記システム31の動作を図2に示す流れ図により説明する。なお、説明文中の各構成部品に付した番号は、前述の図1に示した番号を用いた。まず

(イ) シート抵抗の測定では、抵抗測定器32で、基板91に成膜されたスパッタ膜のシート抵抗を測定する。

【0017】次いで(ロ) 抵抗率の算出では、ガス制御部33において、測定したシート抵抗の値とあらかじめ成膜条件として設定したスパッタ膜の膜厚とにより抵抗率を算出する。続いて(ハ) 反応ガス流量の指示では、算出した抵抗率と反応ガス流量との相関関係により、次の基板の成膜条件のうちの反応ガス流量を調節する制御信号をマスフローコントローラー22、23に送信する。抵抗率の値と反応ガス流量との相関関係は、予め実験により調べておいて、ガス制御器33にインプットしておく。

【0018】そして(ニ) 反応ガス流量の調節では、ガス制御器33より送信された反応ガス流量の制御信号に基づいて、マスフローコントローラー22、23により配管18、19を流れる反応ガス流量を調節する。したがって、その次の基板91に成膜するスパッタ膜のシート抵抗は最適化される。

【0019】二枚目以降の基板91(例えば91b、91c、91d、...)に成膜したスパッタ膜に対しても、上記同様に、シート抵抗の測定、反応ガス流量の指示、反応ガス流量の調節を行って、その次の基板91(例えば91c、91d、91e、...)に成膜するスパッタ膜のシート抵抗を最適化する。

【0020】次に、上記スパッタリング装置1を用いて、複数の基板91(例えば91a、91b、91c、...)上に、連続して酸化窒化チタン(TiON)膜を形成する場合を説明する。まず一枚目の基板91aをスパッタリング室11に搬送し、配管17にスパッタガスのアルゴンを所定量流し、配管18、19に反応ガスの窒素、酸素を所定量流して、通常の反応性スパッタリングを行う。そして、基板91aにTiON膜(例えば厚さがおよそ100nm)を成膜する。このときの成膜条件は、例えば、投入電力を5kW、スパッタガスのアルゴン(Ar)の流量を40sccm、反応ガスの窒素(N₂)の流量を65sccm、別の反応ガスの酸素(O₂)の流量を4sccm、成膜時間を1分とする。

【0021】その後、搬送機26で、TiON膜を成膜した基板91aをスパッタリング室11よりロードロック室25に搬送する。そして抵抗測定器32で、成膜したTiON膜のシート抵抗を測定する。測定したシート抵抗の値が基準とするシート抵抗の値よりも大きい場合には、二枚目にスパッタリングする基板91bの成膜条件のうちの酸素流量を、一枚目の基板91aにスパッタリングした時の酸素流量よりも低減する。また測定したシート抵抗の値が基準とするシート抵抗の値よりも小

い場合には、二枚目にスパッタリングする基板91bの成膜条件のうちの酸素流量を増加する。酸素流量を増減する量は、予め調べておいてガス制御器33にインプットしておいたシート抵抗と酸素流量との相関関係に基づいて、自動的に決定される。そして、ガス制御機33の指示にしたがって、マスフローコントローラー23で配管19を流れる酸素量を調節する。その後、基板91bには、新しい成膜条件でTiON膜が成膜される。

【0022】TiON膜の下地が導電性を有する場合には、TiON膜に発生する渦電流が下地の影響を受ける。このため、上記抵抗測定器32で渦電流を測定する場合には、TiON膜の下地が非導電性の場合に限られる。

【0023】次に第2の実施例を図3に示す概略構成断面図により説明する。図に示すように、スパッタリング装置2の構成は、スパッタ膜の膜質(例えば抵抗率またはシート抵抗)を制御するシステム41を除いて、他の構成部品は第1の実施例で説明したものと同様なので、ここではシステム41について説明する。また第1の実施例で説明したと同様の構成部品には、同一の番号を付す。

【0024】上記システム41は、基板91に形成されるスパッタ膜の反射率を測定する反射率測定器42と、反射率測定器42で測定したスパッタ膜の反射率に基づいて反応ガスの流量値を決定しかつ決定したその流量値の制御信号を送信するガス制御器43と、上記流量値の制御信号を受信して当該反応ガス流量を調節する手段としてのマスフローコントローラー22、23とによりなる。上記反射率測定器42は、例えば、ヘリウムネオン(He-Ne)レーザ光照射器と、照射したHe-Neレーザ光44の反射光45を検出する反射光受光部と、受光した反射光量値と照射光量値とを基にして反射率を演算する演算部とによりなる。

【0025】次に上記システム41の動作を図4に示す流れ図により説明する。なお、説明文中の各構成部品に付した番号は、前述の図3に示した番号を用いた。まず(イ) 反射率の測定では、反射率測定器42で、基板91(例えば91a)に成膜されるスパッタ膜の反射率を測定する。測定では、He-Neレーザ光44をスパッタ膜に照射し、その反射光45を反射光受光部で受光して、演算部で受光した反射光量値を照射光量値で除して反射率を算出する。

【0026】次いで(ロ) 抵抗率の算出では、予め調べておいてガス制御器43にインプットしておいた反射率と抵抗率(またはシート抵抗の値)との相関関係により、反射率より該当する抵抗率(またはシート抵抗の値)を算出する。続いて(ハ) 反応ガス流量の指示では、予め調べておいてガス制御器43にインプットしておいた抵抗率(またはシート抵抗の値)と反応ガス流量との相関関係により、算出した抵抗率の値(またはシ

ト抵抗の値)に基づいて、次の基板の成膜条件のうちの反応ガス流量を調節する制御信号をマスフローコントローラー22、23に送信する。

【0027】そして(二)反応ガス流量の調節では、ガス制御器43より送信された反応ガスの流量を調節する制御信号に基づいて、マスフローコントローラー22、23で配管18、19を流れる反応ガス量を調節する。したがって、その次の基板91(例えば91b)に成膜するスパッタ膜の抵抗率(またはシート抵抗の値)は最適化される。

【0028】二枚目以降の基板91(例えば91b、91c、91d、...)に成膜したスパッタ膜に対しても、上記同様に、反射率の測定、反応ガス流量の指示、反応ガス流量の調節を行って、その次の基板91(例えば91c、91d、91e、...)に成膜するスパッタ膜の抵抗率(またはシート抵抗の値)を最適化する。

【0029】次に、上記スパッタリング装置2を用いて、第1の実施例と同様に、複数の基板91(91a、91b、91c、...)上に、連続して酸化窒化チタン(TiON)膜を形成する場合について説明する。まず一枚目の基板91aをスパッタリング室11に搬送して、前述した第1の実施例と同様にして、基板91aにスパッタ膜として厚さがおよそ100nmのTiON膜(図示せず)を成膜する。

【0030】その後、搬送機26で、スパッタリング室11よりロードロック室25に成膜した基板91aを搬送する。そして、反射率測定器42でTiON膜の反射率を測定する。測定した反射率の値に基づいて抵抗率

(またはシート抵抗の値)を算出する。算出した抵抗率の値(またはシート抵抗の値)が基準とする抵抗率の値(またはシート抵抗の値)よりも大きい場合には、次の基板91(例えば91b)に成膜する条件のうちの反応ガスの酸素流量を、基板91aにスパッタした時の酸素流量よりも増加する。また測定した抵抗率の値(またはシート抵抗の値)が基準とする抵抗率の値(またはシート抵抗の値)よりも小さい場合には、次の基板91(例えば91b)に成膜する条件の酸素流量を低減する。酸素流量を増減する量は、予め調べておいてガス制御器43にインプットしておいたシート抵抗と酸素流量との相関関係に基づいて、自動的に決定される。

【0031】そして三枚目以降のスパッタリングにおいても、上記同様に、反射率を測定し、抵抗率(またはシート抵抗)を算出して、反応ガスのうちの酸素流量を指示し、反応ガスの酸素流量の調節を行って、その次に成膜するスパッタ膜の抵抗率(またはシート抵抗の値)の最適化を図る。

【0032】次に第3の実施例を図5に示す概略構成断面図により説明する。図に示すように、スパッタリング装置3の構成は、スパッタ膜の膜質(例えば抵抗率またはシート抵抗)を制御するシステム51を除いて、他の

構成部品は第1の実施例で説明したものと同様なので、ここでは上記システム51を説明する。また第1の実施例で説明したと同様の構成部品には同一番号を付す。

【0033】上記システム51は、当該スパッタリング装置3のターゲット12の裏面温度を測定する温度測定器52と、温度測定器52で測定したターゲット12の裏面温度の値に基づいて反応ガス流量を決定しかつ決定した流量値の制御信号を送信するガス制御器53と、上記流量値の制御信号を受信して配管18、19を流れる反応ガス流量を調節する手段としてのマスフローコントローラー22、23とによりなる。

【0034】上記温度測定器52は、例えば、通常のクロメル-アルメル熱電対(または白金-白金・13%ロジウム熱電対等)54と、熱電対で得た熱起電力を温度として表示する基準接点55とによりなる。上記熱電対54は、ターゲット12の温度を測定する部分に接触させた状態で、ターゲット12の裏面に接着される。しかもその接触部分は断熱材(図示せず)56で覆われる。また上記熱電対54はターゲット12の裏面の複数箇所に接触させた状態で、ターゲット12の裏面に接着してもよい。この場合には、熱電対54を接触させた部分におけるターゲット12の裏面温度の平均温度を測定することができる。

【0035】次に上記システム51の動作を図7に示す流れ図により説明する。なお、説明文中の各構成部品に付した番号は、前述の図5に示した番号を用いた。まず(イ)ターゲット温度の測定では、温度測定器52で、基板91(例えば91a)をスパッタリング中のターゲット12の裏面温度を測定する。

【0036】次いで(ロ)抵抗率の算出では、予め調べておいてガス制御部53にインプットしておいたターゲット12の裏面温度とスパッタ膜の抵抗率(またはシート抵抗の値)との相関関係により、測定した裏面温度に該当する抵抗率(またはシート抵抗の値)を算出する。続いて(ハ)反応ガス流量の指示では、予め調べておいてかつガス制御器53にインプットしておいた抵抗率(またはシート抵抗の値)と反応ガス流量との相関関係により、上記算出した抵抗率(またはシート抵抗の値)に基づいて、次の基板の成膜条件のうちの反応ガス流量を調節する制御信号をマスフローコントローラー22、23に送信する。

【0037】そして(二)反応ガス流量の調節では、ガス制御器53より送信された流量を調節する制御信号をマスフローコントローラー22、23で受信して、当該マスフローコントローラー22、23で配管18、19を流れる反応ガス流量を調節する。したがって、その次の基板91(例えば91b)に成膜するスパッタ膜の抵抗率(またはシート抵抗の値)は最適化される。

【0038】二枚目以降の基板91(例えば91b、91c、91d、...)に成膜するスパッタ膜に対して

も、上記同様に、ターゲット温度の測定、反応ガス流量の指示、反応ガス流量の調節を行って、その次の基板 9 1 (例えば 9 1 c, 9 1 d, 9 1 e, ...) に成膜するスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) を最適化する。

【0039】次に、上記スパッタリング装置 3 を用いて、複数の基板 9 1 (9 1 a, 9 1 b, 9 1 c, ...) 上に、連続して酸化窒化チタン (TiON) 膜を形成する場合について説明する。まず一枚目の基板 9 1 a をスパッタリング室 1 1 に搬送して、前述した第 1 の実施例と同様に、基板 9 1 a にスパッタ膜として厚さがおよそ 100 nm の TiON 膜 (図示せず) を成膜する。成膜中に温度測定器 5 2 で、ターゲット 1 2 の裏面温度を測定する。

【0040】ガス制御器 5 3 で、上記測定した裏面温度を基にして、スパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗) を算出する。さらに算出した抵抗率 (またはシート抵抗) の値を基にして、前述の第 2 実施例で説明したと同様に、二枚目の基板 9 1 b にスパッタ膜を成膜する条件のうちの反応ガス流量を自動的に決定する。

【0041】そして三枚目以降のスパッタリングにおいても、上記同様に、ターゲット 1 2 の裏面温度を測定して、抵抗率 (またはシート抵抗) を算出、反応ガスのうちの酸素流量の指示、反応ガスの酸素流量の調節を行って、その次に成膜するスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) の最適化を図る。

【0042】次に第 4 の実施例を図 8 に示す概略構成断面図により説明する。図に示すように、スパッタリング装置 4 の構成は、スパッタ膜の膜質 (例えば抵抗率またはシート抵抗) を制御するシステム 6 1 を除いて、他の構成部品は第 1 の実施例で説明したものと同等なので、ここでは上記システム 6 1 を説明する。

【0043】システム 6 1 では、当該スパッタリング装置 4 のスパッタリング室 1 1 中の反応ガス (例えば酸素) の分圧を測定する分圧測定器 6 2 が排気管 2 0 に接続されている。分圧測定器 6 2 には、当該質量分析器 6 2 で測定したスパッタリング室 1 1 中の酸素分圧の値に基づいて酸素流量を決定しかつその酸素流量値の制御信号を送信するガス制御器 6 3 が接続されている。また上記酸素流量値の制御信号を受信して酸素流量を制御する手段としてのマスフローコントローラー 2 2, 2 3 が配管 1 8, 1 9 に設けられている。上記分圧測定器 6 2 は、例えば電磁気的な相互作用を利用して原子、分子のイオンを質量の違いによって分圧を測定する方式のもので、ガス成分の質量を分析する質量分析管と、分析したガス成分の質量より分圧を算出する分圧演算部とによりなる。

【0044】次に上記システム 6 1 の動作を図 9 に示す流れ図により説明する。なお、説明文中の各構成部品に付した番号は、前述の図 7 に示した番号を用いた。まず

(イ) 反応ガス成分の分圧測定では、分圧測定器 6 2 で、スパッタリング室 1 1 の内部の反応ガス成分を分析して分圧を算出する。

【0045】次いで (ロ) 抵抗率の算出では、予め調べておいてガス制御部 6 3 にインプットしておいた反応ガス成分の分圧とスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) との相関関係により、算出した反応ガス成分の分圧に該当する抵抗率 (またはシート抵抗の値) を算出する。続いて (ハ) 反応ガス流量の指示では、予め調べておいてガス制御器 6 3 にインプットしておいた抵抗率 (またはシート抵抗の値) と反応ガスの流量との相関関係により、算出した抵抗率 (またはシート抵抗の値) に基づいて、次の基板の成膜条件のうちの反応ガスの流量条件の制御信号をマスフローコントローラー 2 2, 2 3 に送信して指示する。

【0046】そして (ニ) 反応ガス流量の調節では、ガス制御器 6 3 より送信された制御信号をマスフローコントローラー 2 2, 2 3 で受信して、受信した制御信号に基づいて当該マスフローコントローラー 2 2, 2 3 で配管 1 8, 1 9 を流れる反応ガス量を調節する。したがって、その次の基板 9 1 (9 1 b) に成膜するスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) は最適化される。

【0047】二枚目以降の基板 9 1 b (9 1 c, 9 1 d, 9 1 e, ...) に成膜するスパッタ膜に対しても、上記同様に、反応ガス成分の分圧測定、反応ガス流量の指示、反応ガス流量の調節を行って、その次の基板 9 1 c (9 1 d, 9 1 e, 9 1 f, ...) に成膜するスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) を最適化する。

【0048】次に、上記スパッタリング装置 4 を用いて、複数の基板 9 1 (9 1 a, 9 1 b, 9 1 c, ...) 上に、連続して酸化窒化チタン (TiON) 膜を形成する場合について説明する。まず一枚目の基板 9 1 a をスパッタリング室 1 1 に搬送して、前述した第 1 の実施例と同様に、基板 9 1 a にスパッタ膜として厚さがおよそ 100 nm の TiON 膜 (図示せず) を成膜する。成膜中に分圧測定器 6 2 で、スパッタリング室 1 1 中の酸素分圧を測定する。

【0049】ガス制御器 6 3 で、測定した酸素分圧の値を基にして、スパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗) を算出する。算出した抵抗率 (またはシート抵抗) の値を基にして、前述の第 2 の実施例と同様に、二枚目の基板 9 1 b に成膜する条件のうちの反応ガスの酸素流量を自動的に決定する。

【0050】そして三枚目以降のスパッタリングにおいても、上記同様に、スパッタリング室 1 1 の内部の酸素分圧を測定して、抵抗率 (またはシート抵抗) を算出、反応ガスのうちの酸素流量の指示、反応ガスの酸素流量の調節を行って、さらにその次に成膜するスパッタ膜の抵抗率 (またはシート抵抗の値) の最適化を図る。

【0051】上記第4の実施例では、反応ガスの分圧を測定して制御したが、排気管20より排気する量を調節して、スパッタリング室11の内部の全圧を調節しても、スパッタ膜の抵抗率（またはシート抵抗の値）の最適化を図ることができる。また上記第1ないし第4の実施例では、TiON膜の成膜を例にして説明したが、他の膜（例えばチタン膜、チタタンングステン膜等の金属膜）の成膜においても、同様にして膜の抵抗率（またはシート抵抗）を最適化することが可能である。

【0052】次に、TiON膜よりなるバリヤメタル、アルミニウム膜、TiON膜よりなる反射防止膜を積層してなる配線用の導体膜を形成する場合を説明する。上記のように金属膜を積層する場合には、通常複数のスパッタリング装置を接続した、いわゆるマルチチャンバ方式のスパッタリング装置を用いる。

【0053】マルチチャンバ方式のスパッタリング装置の一例を図10により説明する。図に示す如く、前述の第1の実施例で説明したスパッタリング装置1のロードロック室25と前述の第2の実施例で説明したスパッタリング装置2のロードロック室25とを一体としてトランスファー室6とする。このトランスファー室6には、ゲートバルブ72を介して上記通常のスパッタリング装置7のスパッタリング室71を接続する。さらにトランスファー室6には、ゲートバルブ82を介してエッチング装置8のエッチング室81を接続する。また別のゲートバルブ83を介してロードロック室9を接続する。これらのエッチング室81、スパッタリング装置1のスパッタリング室11（11a）、スパッタリング室71、スパッタリング装置2のスパッタリング室11（11b）およびロードロック室9は、トランスファー室6の側周にかつ順に配置される。各スパッタリング装置には、前述した第1ないし第4の実施例で説明したスパッタリング装置を用いることが可能である。

【0054】上記スパッタリング装置5には、第1の実施例、第2の実施例で説明したシステム31、41を設ける。システム31の抵抗測定器32とシステム41の反射率測定器42とは、上記トランスファー室6の内部に設置される。またトランスファー室6の内部には、各スパッタリング室11（11a）、11（11b）、71またはエッチング室72に基板91を出し入れするための搬送装置10を設ける。

【0055】次に上記スパッタリング装置5を用いて、バリヤメタル用のTiON膜（厚さがおよそ100nm）、アルミニウム膜（厚さがおよそ500nm）、反射防止膜用のTiON膜（厚さがおよそ30nm）を連続的に形成する方法を説明する。なお各ゲートバルブ24（24a）、24（24b）、81、82、83のそれぞれは、基板91を各スパッタリング室11a、11b、71、エッチング室72またはロードロック室9に基板91を出し入れするごとに開閉する。

【0056】まず、ロードロック室9に、複数の基板91（91a、91b、91c、・・・）を収納したカセット92を設置する。次いで一枚目の基板91（91a）をトランスファー室6を通してエッチング装置8のエッチング室81に搬送する。そして基板91aの表面をライトエッチングして洗浄する。

【0057】次いで搬送装置10によって、洗浄後の基板91aを、エッチング室71よりスパッタリング装置1のスパッタリング室11aに搬送する。そしてスパッタリング装置1で基板91aの表面に第1のTiON膜を成膜する。基板91aをスパッタリング室11aに搬送した後、基板91aの場合と同様に、二枚目の基板91bをエッチング装置7に搬送して、洗浄する。

【0058】その後搬送装置10で、第1のTiON膜を成膜した後の基板91aを、スパッタリング室11aより抵抗測定器32の位置に搬送する。そして抵抗測定器32で、第1のTiON膜のシート抵抗を測定する。測定したシート抵抗の値に基づいて、第1の実施例で説明したと同様に、ガス制御器33で、次にスパッタリングする基板91bの成膜条件のうちの酸素流量の信号を送信する。その信号を受けたマスフローコントローラ23（23a）で配管19（19a）を流れる酸素量を調節する。

【0059】次いで搬送装置10で、第1のTiON膜の抵抗を測定した後の基板91aを、スパッタリング装置8のスパッタリング室81に搬送する。そして、基板91aの第1のTiON膜上にアルミニウム膜を成膜する。続いて基板91aをスパッタリング室81に搬送後、基板91aの場合と同様に、エッチング室71よりスパッタリング室11aに洗浄した基板91bを搬送して、第1のTiON膜を成膜する。また基板91bをスパッタリング室11aに搬送した後、基板91bの場合と同様に、三枚目の基板91cをエッチング装置8に搬送して、洗浄する。

【0060】次いで搬送装置10で、第1のTiON膜を成膜した後の基板91bを、基板91aの場合と同様に、スパッタリング室11aより抵抗測定器32の位置に搬送する。そして前記同様にしてシート抵抗を測定後、マスフローコントローラ23aで配管19aを流れる酸素量を調節する。

【0061】その後搬送装置10で、アルミニウム膜を成膜した後の基板91aを、スパッタリング室71よりスパッタリング装置2のスパッタリング室11bに搬送し、第2のTiON膜を成膜する。続いて基板91aを搬送後、搬送装置10で、TiON膜の抵抗測定後の基板91bをスパッタリング室71に搬送し、アルミニウム膜を成膜する。また基板91bを搬送後、搬送装置10で、エッチング室71よりスパッタリング室11aに洗浄した基板91cを搬送して、第1のTiON膜を成膜する。続いて基板91cを搬送した後、上記基板91

cの場合と同様に、四枚目の基板91dをエッチング装置8で洗浄する。

【0062】基板91cを搬送後、搬送装置10によって、第2のTiON膜を成膜した基板91aを反射率測定器42の位置に搬送し、第2のTiON膜の反射率を測定してシート抵抗を算出する。さらに第2の実施例で説明したと同様に、ガス制御器43で、上記算出したシート抵抗の値に基づいて、次にスパッタリングする基板91bの成膜条件のうちの酸素量を求めて、マスフローコントローラー23(23b)で配管19(19b)を流れる酸素量を調節する。続いて基板91aを搬送した後、搬送装置10で、第1のTiON膜を成膜した後の基板91cをスパッタリング室11aより抵抗測定器32の位置に搬送する。そして第1のTiON膜のシート抵抗を測定後、次に成膜する基板91dの成膜条件のうちの酸素量をマスフローコントローラー23で調節する。

【0063】基板91cの反射率を測定した後、搬送装置10によって、反射率を測定した基板91aをロードロック室81の内部に設けたアンロードカセット93に収納する。続いて上記基板91aの場合と同様に、スパッタリング装置2で、基板91bのアルミニウム膜上に第2のTiON膜を成膜する。また上記基板91bの場合と同様に、スパッタリング装置8で、基板91cの第1のTiON膜上にアルミニウム膜を成膜する。さらに上記基板91cの場合と同様に、スパッタリング装置1で、基板91dの表面に第1のTiON膜を成膜する。基板91dを搬送後、基板91dの場合と同様に、五枚目の基板91eをエッチング装置7で洗浄する。

【0064】上記の如くに、一枚目の基板91aに対して、洗浄、第1のTiON膜の成膜、抵抗の測定、アルミニウム膜の成膜、第2のTiON膜の成膜、反射率の測定を順に行って、基板91a上に配線用の導体膜を形成する。二枚目以降の基板91(91b, 91c, 91d, 91e, ...)に対しても同様にして、配線用の導体膜を形成する。したがって、少なくとも二枚目以降の基板91b(91c, 91d, 91e, ...)に形成される第1のTiON膜、第2のTiON膜は、シート抵抗が補正された膜になるので、各TiON膜のシート抵抗は所定の値になる。

【0065】

【発明の効果】以上、説明したように請求項1の発明によれば、成膜後のスパッタ膜の膜質として例えばシート抵抗を測定して反応ガス流量を補正するシステムを設けたので、連続して複数枚の基板にスパッタ膜を成膜する際に、二枚目以降に成膜されるスパッタ膜のシート抵抗の値を所定の値にすることができる。また請求項2の発

明によれば、スパッタ膜の反射率を測定して反応ガス流量を補正するシステムを設けた。請求項3の発明によれば、ターゲット温度を測定して反応ガス流量を補正するシステムを設けた。請求項4の発明によれば、反応ガスの分圧を測定して反応ガス流量を補正するシステムを設けた。これらいずれの場合も、請求項1の発明と同様に、二枚目以降に成膜されるスパッタ膜の膜質として例えばシート抵抗の値を所定の値にすることができる。したがって、基板を連続的にスパッタリングする際に、不良品になる基板数を多くても初めにスパッタリングする1枚のみにすることができるので、不良品の数を大幅に減少することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の概略構成断面図である。

【図2】第1の実施例のシステムの動作説明図である。

【図3】第2の実施例の概略構成断面図である。

【図4】第2の実施例のシステムの動作説明図である。

【図5】第3の実施例の概略構成断面図である。

【図6】第3の実施例のシステムの動作説明図である。

【図7】第4の実施例の概略構成断面図である。

【図8】第4の実施例のシステムの動作説明図である。

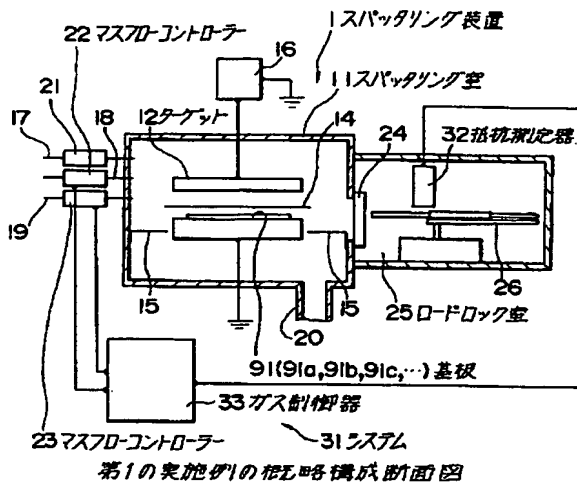
【図9】マルチチャンバ方式のスパッタリング装置の説明図である。

【図10】従来のスパッタリング装置の概略構成断面図である。

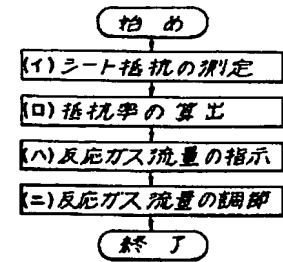
【符号の説明】

- 1 スパッタリング装置
- 2 スパッタリング装置
- 3 スパッタリング装置
- 4 スパッタリング装置
- 11 スパッタリング室
- 12 ターゲット
- 22 マスフローコントローラー
- 23 マスフローコントローラー
- 31 システム
- 32 抵抗測定器
- 33 ガス制御器
- 41 システム
- 42 反射率測定器
- 43 ガス制御器
- 51 システム
- 52 温度測定器
- 53 ガス制御器
- 61 システム
- 62 分圧測定器
- 63 ガス制御器
- 91 基板

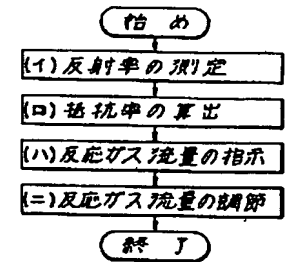
【図1】



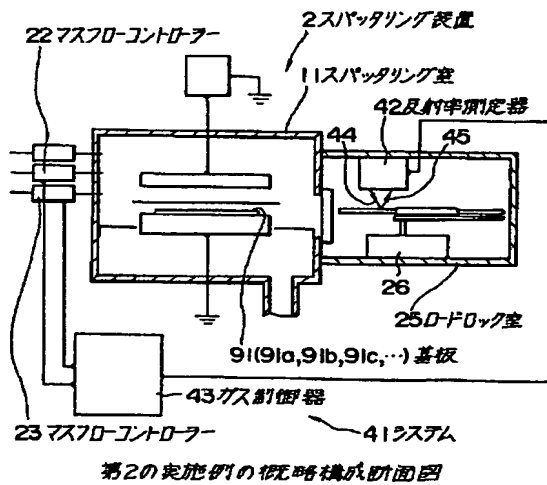
【図2】



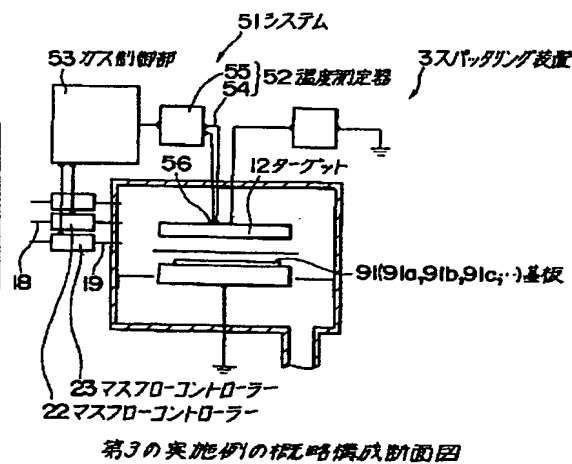
【図4】



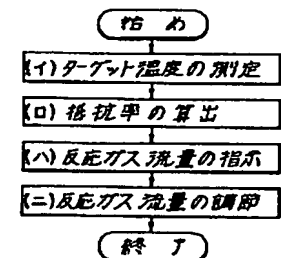
【図3】



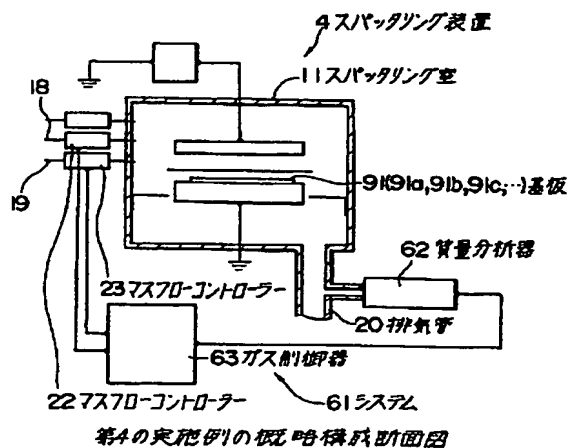
【図5】



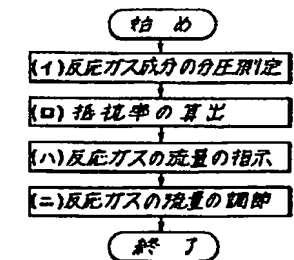
【図6】



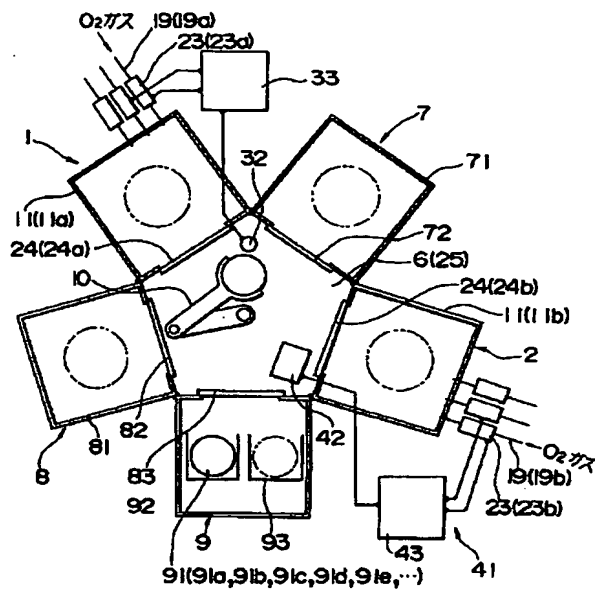
【図7】



【図8】

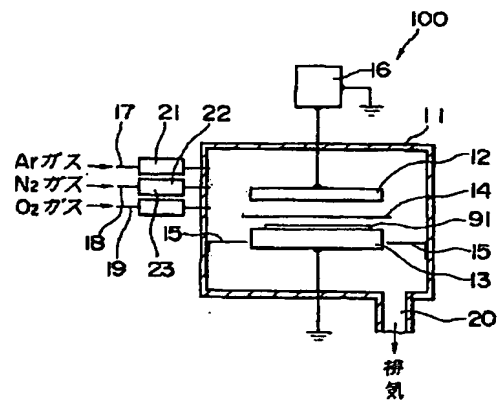


【図 9】



マルチチャンネル式のスパッタリング装置の説明図

【図 10】



従来のスパッタリング装置の概略構成断面図

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

H 0 1 L 21/66

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

P 7013-4M